

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA KEMATIAN BAYI DENGAN MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK *SPLINE* DI SUMATERA UTARA

Andreas Ginting dan I Nyoman Budiantara

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail : andereasingting@gmail.com, i_nyoman_b@statistika.its.ac.id

Abstrak—Angka kematian bayi merupakan salah satu tolak ukur penilaian kinerja pemerintah daerah khususnya departemen kesehatan dalam usaha memperbaiki derajat kesehatan masyarakat. Angka kematian bayi adalah banyaknya kematian bayi berusia dibawah satu tahun per 1000 kelahiran hidup pada satu tahun tertentu. Pada penelitian ini, ada enam faktor yang diduga mempengaruhi angka kematian bayi di provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari BPS Sumatera Utara. Metode yang digunakan untuk memodelkan angka kematian bayi dan faktor yang diduga mempengaruhinya adalah regresi nonparametrik spline. Metode ini dipilih karena spline akan membagi kurva regresi berdasarkan titik knot optimal sehingga error yang dihasilkan akan kecil. Pemilihan titik knot dilakukan dengan memilih nilai Generalized Cross Validation (GCV) yang paling minimum. GCV minimum pada penelitian ini adalah GCV dari kombinasi knot dengan knot untuk keenam variabel secara berturut-turut adalah 2,3,3,3,3, dan 3. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, 6 variabel yang berpengaruh signifikan terhadap AKB adalah presentase wanita berkeluarga di bawah umur 17 tahun, presentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD/MI, presentase persalinan yang menggunakan tenaga non medis, presentase penduduk golongan sosial ekonomi menengah kebawah, rasio fasilitas kesehatan, rasio tenaga kesehatan. Model regresi nonparametrik Spline yang dihasilkan memiliki koefisien determinasi sebesar 98,314.

Kata kunci : angka kematian bayi, regresi nonparametrik, spline

I. PENDAHULUAN

Setiap negara berusaha meningkatkan kesejahteraan dan memberikan kehidupan yang layak untuk setiap warga negaranya. Selain pendapatan dan pendidikan yang layak, derajat kesehatan merupakan faktor penting dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat. Derajat kesehatan masyarakat adalah tingkat keadaan kesehatan masyarakat disuatu daerah. Indikator untuk mengukur tingkat kesehatan masyarakat adalah Status gizi, Angka Kesakitan (Morbiditas) dan Angka Kematian (Mortalitas) [1]

Angka Kematian Bayi (AKB) adalah salah satu tolak ukur penilaian terhadap kinerja pemerintah daerah khususnya departemen kesehatan dalam usaha memperbaiki derajat kesehatan masyarakat. Hingga saat ini AKB di Indonesia belum mencapai target *Millennium Development Goals* (MDGs). MDGs adalah tujuan yang ingin dicapai oleh berbagai bangsa pada tahun 2015 untuk menjawab tantangan-tantangan utama pembangunan di negara maju dan berkembang. [2].

Salah satu indikator dari 8 tujuan MDGs yaitu AKB dimana pada tahun 2015 AKB di Indonesia harus mencapai 23/1.000 kelahiran hidup. AKB di Indonesia pada tahun 2011 adalah 37/1.000 kelahiran hidup [3]. Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu dari 5 provinsi yang menjadi menyumbang terbanyak AKB di Indonesia[4]. AKB di Sumatera Utara pada tahun 2010 adalah 26 kematian per 1000 kelahiran [5]. Pemerintah Sumatera Utara khususnya dinas kesehatan perlu melakukan evaluasi. Salah satu langkah awal dalam mengevaluasi AKB adalah dengan mengetahui penyebab kematian bayi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi AKB di Sumatera Utara.

Penelitian sebelumnya mengenai AKB dilakukan oleh Lestari [6] dan Fitrina [7]. Lestari [6] melakukan penelitian dengan menggunakan Regresi Nonparametrik Spline menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap AKB Jatim adalah persentase persalinan dengan bantuan tenaga non medis, persentase wanita berumah tangga di bawah umur 17 tahun, persentase penduduk yang mengkonsumsi garam beryodium cukup, persentase penduduk golongan sosial ekonomi menengah kebawah, persentase bayi yang tidak diberi ASI, persentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD/MI, jumlah fasilitas kesehatan, dan jumlah tenaga kesehatan. Fitrina[7] melakukan penelitian dengan menggunakan uji Chi-square menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi AKB di Rumah Sakit Umum Pringadi Medan adalah pendidikan ibu, berat badan lahir, dan penyakit pada masa neonatal.

Fitrina[7] melakukan analisis faktor-faktor AKB dengan menggunakan uji Chi-square dimana Fitrina[7] melakukan analisis secara individu untuk setiap faktornya. Oleh karena itu pada penelitian ini, peneliti ingin melakukan analisis secara serentak dengan menggunakan metode analisis regresi. Metode regresi berdasarkan pola kurva regresi antara variabel respon dan prediktor dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik. Regresi Parametrik digunakan jika kurva regresi membentuk pola data tertentu seperti kubik linier atau kuadrat. Regresi Nonparametrik digunakan jika kurva regresi tidak membentuk pola data yang tertentu sedangkan regresi. Semiparametrik digunakan jika ada variabel memiliki kurva regresi yang membentuk pola dan ada yang tidak membentuk pola. Pada kenyataannya, pola regresi yang dihasilkan tidak selalu membentuk pola tertentu. Oleh karena itu, jika kurva tidak membentuk pola maka metode yang sesuai adalah metode regresi nonparametrik dan semiparametrik.

Pada penelitian ini, secara matematis dan logika variabel prediktor yang mempengaruhi AKB di Sumatera Utara memiliki pola data yang linier karena jika variabel prediktor seperti rasio fasilitas kesehatan maka AKB di Sumatera utara semakin menurun. Namun teori ini tidak bisa digunakan pada penelitian ini karena ruang lingkup penelitian adalah kabupaten/kota di Sumatera Utara. Sehingga sumber variasi datanya adalah wilayah yaitu berupa kabupaten/kota. Oleh karena itu, bentuk pola data akan acak dan tidak membentuk pola, sehingga analisis yang sesuai adalah regresi nonparametrik Spline. Penggunaan Spline dikarenakan Spline akan membagi kurva regresi berdasarkan titik knot optimal sehingga error yang dihasilkan pada model akan kecil dibandingkan dengan metode lain. Selain itu, penggunaan analisis regresi Nonparametrik Spline dikarenakan regresi nonparametrik spline sangat baik digunakan untuk mengatasi pola data yang memiliki perubahan perilaku pada sub-sub interval tertentu dan spline dapat digeneralisasikan pada pemodelan Statistika yang kompleks dan rumit [8]. Sehingga Regresi Nonparametrik Spline dapat digunakan untuk mendapatkan model faktor-faktor yang mempengaruhi AKB di Provinsi Sumatera Utara.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik AKB dan faktor-faktor penyebabnya di Sumatera Utara dan bagaimana pemodelan serta variabel-variabel apa saja yang berpengaruh terhadap AKB menggunakan pendekatan regresi nonparametrik spline. Batasan masalah pada penelitian ini adalah data yang digunakan terbatas pada data yang terdaftar dan diambil dari BPS Sumatera Utara dan pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

a. Analisis Regresi Nonparametrik Spline

Pemodelan data dalam statistika diharapkan memiliki model yang sederhana seperti regresi parametrik. Namun pada kenyataannya, model yang didapatkan untuk sebuah regresi biasanya memiliki pola yang kompleks. Sehingga jika model statistik sederhana dipaksakan maka akan memiliki bias dan error yang besar. Untuk mengatasi hal ini, perlu digunakan pendekatan dengan regresi nonparametrik. Regresi nonparametrik bersifat fleksibel yang artinya data dapat mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas penelitiannya [9]. Model regresi nonparametrik secara umum dapat disajikan sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

dengan y_i adalah variabel respon, fungsi $f(x_i)$ adalah kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya, dan ε_i diasumsikan berdistribusi $N(0, \sigma^2)$. Nilai $f(t_i)$ dengan fungsi spline berorde m dengan titik knot k_1, k_2, \dots, k_j yang dapat diberikan oleh persamaan :

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - k_j)_+^m \quad (2)$$

Apabila persamaan (1) disubstitusikan kedalam persamaan (2) maka akan diperoleh persamaan regresi nonparametrik spline sebagai berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - k_j)_+^m + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Fungsi $(x_i - k_j)_+^m$ merupakan fungsi potongan yang diberikan oleh

$$(x_i - k_j)_+^m = \begin{cases} (x_i - k_j)^m, & x_i \geq k_j \\ 0, & x_i < k_j \end{cases} \quad (4)$$

b. Pemilihan Titik Knot Optimal

Menurut Budiantara [10], titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku fungsi pada interval yang berlainan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan model regresi spline terbaik yang paling sesuai dengan data perlu dicari nilai knot optimal. Salah satu metode yang banyak dipakai untuk menentukan titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV)[11]. GCV mempunyai sifat optimal asimtotik bila dibandingkan dengan metode *Cross Validation* (CV) dan metode *unbiased risk* (UBR). Titik knot optimal diperoleh dari nilai GCV yang paling kecil. Metode GCV secara umum didefinisikan sebagai berikut .

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_j) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_j)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_j)])^2} \quad (5)$$

dimana matriks $A(K) = X(X'X)^{-1}X'$,

$$MSE(k_1, k_2, k_3, \dots, k_j) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (6)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

a. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari buku Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi Sumatera Utara Tahun 2011, Sumatera Utara Dalam Angka 2011 dan Beberapa Data Pokok Kondisi Kesejahteraan Rakyat dan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara 2007-2012 .

b. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel respon (y) yang digunakan adalah angka kematian bayi di Sumatera Utara dan variabel prediktor yang terdiri dari:

1. Presentase wanita berkeluarga dibawah 17 tahun (x_1)
2. Presentase wanita tidak sekolah / tidak tamat SD (x_2)
3. Presentase persalinan dengan tenaga non medis (x_3)
4. Presentase penduduk sosial ekonomi menengah ke bawah (x_4)
5. Rasio fasilitas kesehatan (x_5).
6. Rasio tenaga kesehatan (x_6).

c. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis statistika deskriptif tentang karakteristik AKB di Sumatera Utara dan 6 variabel yang mempengaruhi AKB.
2. Membuat *scatter plot* antara AKB di Sumatera Utara dengan masing-masing variabel yang diduga berpengaruh untuk mengetahui bentuk pola data. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
3. Mendapatkan model regresi Spline dengan titik knot optimal.
4. Menguji signifikansi parameter regresi Spline secara serentak dan parsial.
5. Menguji asumsi residual.

6. Menghitung nilai koefisien determinasi R^2 dan MSE.
7. Mengintrepetasikan model dan menarik kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik AKB Provinsi Sumatera Utara

Karakteristik AKB Sumatera Utara beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya ditunjukkan pada Tabel 1.

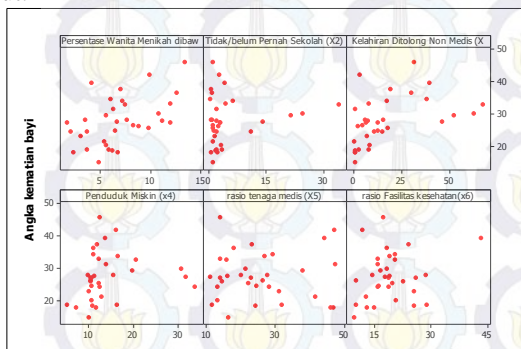
Tabel 1. Statistika Deskriptif AKB Sumatera Utara dan Faktor-Faktor yang Diduga Berpengaruh

Variabel	Mean	Varsians	Maksimum	Minimum
Y	27,62	54,89	45,70	14,70
x_1	6,99	10,12	13,48	1,76
x_2	5,02	59,90	34,11	0,56
x_3	16,76	348,80	67,14	0,41
x_4	14,19	43,39	33,87	5,34
x_5	25,72	134,68	47,58	11,32
x_6	19,02	44,35	43,20	9,63

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata angka kematian bayi (Y) di Sumatera Utara pada tahun 2010 sebesar 27,62 per 1000 kelahiran hidup dengan varsians sebesar 54,89. AKB terbesar di Sumatera Utara adalah kabupaten Mandailing Natal dengan AKB sebesar 45,7 per 1000 kelahiran hidup. AKB terkecil di Sumatera Utara adalah kota Medan dengan AKB sebesar 14,7 per 1000 kelahiran.

b. Pola Hubungan AKB dengan Faktor yang Diduga Berpengaruh

Pola hubungan antara AKB dengan 6 variabel prediktor yang diduga berpengaruh ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Scatterplot Antara AKB dengan 6 Variabel yang Diduga Berpengaruh

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa scatterplot antara AKB dengan 6 variabel prediktor yang diduga berpengaruh tidak mengikuti suatu pola tertentu. Sehingga metode yang digunakan untuk memodelkan AKB dengan 6 faktor yang diduga berpengaruh adalah regresi nonparametrik Spline.

c. Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal diperoleh dari perhitungan nilai GCV yang paling minimum dengan menggunakan 1 knot, 2 knot, 3 knot, dan kombinasi knot pada seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai GCV Menggunakan 1 Knot, 2 Knot, 3 Knot, dan Kombinasi Knot

No.	Model	GCV
1	1 Knot	33,138
2	2 Knot	22,817
3	3 Knot	19,392
4	Kombinasi Knot	12,057

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa nilai GCV minimum

adalah sebesar 12,507 yang didapatkan dari pemilihan titik knot optimal dengan kombinasi knot.

d. Pemodelan AKB Provinsi Sumatera Utara dengan Titik Knot Optimal

Pemodelan AKB dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh dilakukan dengan menggunakan titik knot optimal yang diperoleh dari kombinasi knot. Model untuk AKB dan faktor-faktor yang diduga berpengaruh sebagai berikut.

$$\hat{y} = 39,316 - 0,456 x_1 + 13,030 (x_1 - 5,348)_+ + \\ -11,665(x_1 - 6,065)_+ - 1,853 x_2 - 212,042 (x_2 - 10,83)_+ + \\ 80,713(x_2 - 16,308)_+ + 55,681 (x_2 - 16,993)_+ + \\ 1,104 x_3 - 1,772(x_3 - 20,838)_+ - 229,29 (x_3 - 31,732)_+ + \\ 297,321 (x_3 - 33,094)_+ + 2,344 x_4 - 1,382 (x_4 - 14,074)_+ + \\ 1156,315 (x_4 - 18,732)_+ - 1197,799 (x_4 - 19,314)_+ + \\ -2,141 x_5 + 4,812(x_5 - 22,420)_+ - 11,968 (x_5 - 28,34)_+ + \\ 9,858(x_5 - 29,08)_+ - 1,069 x_6 + 3,3808 (x_6 - 19,907)_+ + \\ 16,125(x_6 - 25,387)_+ - 26,502 (x_6 - 26,072)_+$$

Model regresi nonparametrik spline dengan menggunakan GCV kombinasi knot ini memiliki R^2 sebesar 98,314%. Hal ini berarti bahwa keenam variabel prediktor (faktor yang diduga mempengaruhi AKB) mampu menjelaskan variabilitas AKB sebesar 98,314%.

e. Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi

Pengujian dignifikansi parameter model regresi dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengujian secara serentak dan secara individu. Adapun hipotesis uji serentak sebagai berikut :

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \dots = \gamma_{23} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \gamma_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 23$$

Berdasarkan ANOVA untuk model regresi nonparametrik Spline secara serentak didapatkan nilai p-value sebesar 0,0000189 dan nilai ini kurang dari nilai α (0,05). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 . Ini berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian parameter model secara individu.

Pengujian signifikansi parameter model secara individu dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian parameter model secara individu sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, 23$$

Hasil pengujian signifikansi parameter secara individu adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Pengujian Parameter Model Regresi Secara Individu

Variabel	Parameter	Koefisien	p-value	Keputusan
	γ_0	39,316	7,98e-05	Signifikan
x_1	γ_1	-0,456	0,5880	Tidak
	γ_2	13,030	0,0078	Signifikan
	γ_3	-11,665	0,0079	Signifikan
x_2	γ_4	-1,853	0,0129	Signifikan
	γ_5	-212,042	0,0050	Signifikan
	γ_6	80,713	0,0002	Signifikan
	γ_7	55,681	0,0826	Tidak
x_3	γ_8	1,104	5,34e-06	Signifikan
	γ_9	-1,772	0,0004	Signifikan
	γ_{10}	-229,29	0,0073	Signifikan
	γ_{11}	297,321	0,0069	Signifikan
x_4	γ_{12}	2,344	4,68e-05	Signifikan

	γ_{13}	-1,382	0,2525	Tidak
	γ_{14}	1156,315	0,0062	Signifikan
	γ_{15}	-1197,799	0,0062	Signifikan
Tabel 3. Pengujian Parameter Model Regresi Secara Individu (Lanjutan)				
Variabel	Parameter	Koefisien	p-value	Keputusan
x_5	γ_{16}	-2,141	4,79e-05	Signifikan
	γ_{17}	4,812	6,14e-05	Signifikan
	γ_{18}	-11,968	0,0082	Signifikan
	γ_{19}	9,858	0,0220	Signifikan
x_6	γ_{20}	-1,069	0,0012	Signifikan
	γ_{21}	3,3808	0,0003	Signifikan
	γ_{22}	16,125	0,0978	Tidak
	γ_{23}	-26,502	0,0297	Signifikan

Pengujian signifikansi dilakukan dengan cara perbandingan nilai p-value dengan nilai α . Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui ada 4 dari 24 parameter yang tidak signifikan karena memiliki nilai p-value yang lebih besar dari 0,05. Namun secara keseluruhan dari 6 faktor yang diduga mempengaruhi AKB berpengaruh signifikan. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan keenam faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap angka kematian bayi di provinsi Sumatera Utara.

f. Pengujian Asumsi Residual

Pengujian asumsi residual dilakukan untuk memastikan model yang dihasilkan dari regresi nonparametrik layak untuk digunakan. Pengujian asumsi residu yang dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang terbentuk sudah identik, independen dan normal.

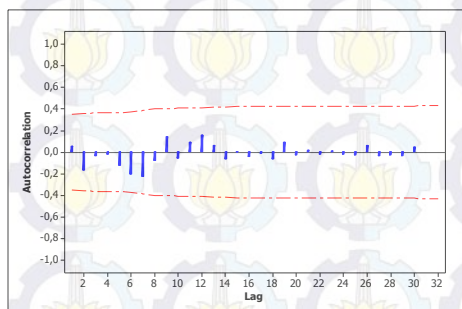
Hipotesis untuk melakukan pengujian asumsi residual identik sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{33}^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i=1,2,\dots,33$$

Uji yang digunakan dalam pengujian asumsi residual identik adalah uji Glejser. Berdasarkan hasil ANOVA pengujian asumsi residual identik dengan uji glejser didapatkan p-value sebesar 0,38315. Berdasarkan nilai p-value yang lebih besar dari α (0,05) maka kesimpulan yang dapat diambil adalah gagal tolak H_0 . Ini artinya tidak terjadi kasus heteroskedikstas pada residu atau asumsi residual identik sudah terpenuhi

Pengujian asumsi residual independen dilakukan untuk mengetahui apakah korelasi antar residual bernilai nol atau tidak. Apabila terdapat minimal satu autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi maka terdapat korelasi antar residual. Berikut ini merupakan plot ACF dari residual model AKB di Sumatera Utara.



Gambar 2. Plot ACF dari Residual

Berdasarkan plot ACF pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa tidak ada satupun autokorelasi yang keluar dari batas signifikansi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 gagal

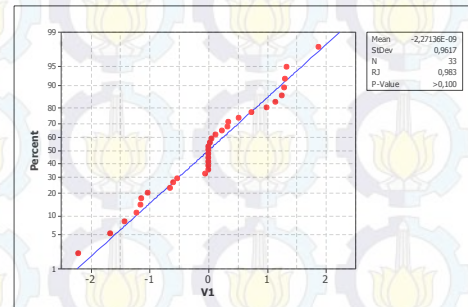
tolak yang berarti residual model sudah memenuhi asumsi independen.

Hipotesis untuk melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal adalah sebagai berikut.

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Berikut ini merupakan plot uji distribusi normal residual model regresi.



Gambar 3. Plot Uji Distribusi Normal

Berdasarkan plot distribusi normal pada Gambar 2 dapat terlihat titik-titik pengamatan cenderung mengikuti garis 45°. Jika dilihat dari nilai p-value maka dapat disimpulkan gagal tolak H_0 . Hal ini disebabkan nilai p-value ($>0,1$) lebih besar dari α (0,05). Sehingga dapat disimpulkan residual model sudah memenuhi asumsi berdistribusi normal.

g. Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Interpretasi model bertujuan untuk mengetahui besar pengaruh masing-masing variabel terhadap AKB. Interpretasi dari model tersebut adalah sebagai berikut.

1. Jika variabel x_2, x_3, x_4, x_5 dan x_6 dianggap konstan maka pengaruh persentase wanita berkeluarga di bawah umur 17 tahun (x_1) terhadap AKB di provinsi Sumut sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} -0,456x_1 & ; x_1 < 5,348 \\ -69,68 + 12,574x_1 & ; 5,348 \leq x_1 < 6,065 \\ 1,0556 + 0,909x_1 & ; x_1 \geq 6,065 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut interpretasi yang diperoleh adalah apabila x_1 yang kurang dari 5,348 mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,00456. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah kabupaten Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara, kota Pematangsiantar, Toba Samosir, Dairi, Samosir, kota Gunung Sitoli, Pakpak Barat, kota Medan. Apabila x_1 yang berada antara 5,348 hingga kurang dari 6,065 mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,1257. Kabupaten/kota yang termasuk pada interval ini adalah kota Tebing Tinggi, Nias, Simalungun, Deli Serdang. Apabila x_1 tahun yang lebih atau sama dengan dari 6,065 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,00909. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Padang Lawas Utara, Karo, Sibolga, Labuhanbatu, Nias Utara, kota Binjai, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Nias Selatan, Labuhanbatu Selatan, kota Padang sidempuan, Serdang Bedagai, Labuhanbatu Utara, kota Tanjungbalai, Nias Barat, Asahan, Langkat, Batu Bara, Padang Lawas dan kabupaten Mandailing Natal.

2. Jika variabel x_1, x_3, x_4, x_5 dan x_6 dianggap konstan maka pengaruh persentase wanita yang tidak pernah

sekolah atau tidak tamat SD/MI(x_2) terhadap AKB di provinsi Sumatera Utara sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} -1,853x_2 & ; & x_2 < 10,83 \\ 2296,414 - 213,895x_2 & ; & 10,83 \leq x_2 < 16,308 \\ 979,733 - 133,182x_2 & ; & 16,308 \leq x_2 < 16,993 \\ 33,546 - 77,501x_2 & ; & x_2 \geq 16,993 \end{cases}$$

Berdasarkan model diatas dapat disimpulkan bahwa apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD/MI yang kurang dari 10,83% mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,01853. Kabupaten/kota yang termasuk ke dalam interval ini adalah Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara, kota Pematangsiantar, Toba Samosir, Dairi, Samosir, Pakpak Barat, kota Medan, kota Tebing Tinggi, Simalungun, Deli Serdang, Padang Lawas Utara, Karo, kota Sibolga, Labuhanbatu, kota Binjai, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Labuhanbatu Selatan, kota Padang sidempuan, Serdang Bedagai, Labuhanbatu Utara, kota Tanjungbalai, Asahan, Langkat, Batu Bara, Padang Lawas, Mandailing Natal. Apabila variabel x_2 yang berada diantara 10,83% hingga kurang dari 16,308% mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 2,13895. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah kota Gunung Sitoli dan Nias Utara. Apabila persentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD yang berada diantara 16,308% hingga kurang dari 16,993% maka AKB cenderung turun sebesar 1,33182. Apabila variabel x_2 yang lebih atau sama dengan 16,993 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,77501. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Nias, Nias Barat, Nias Selatan.

3. Jika variabel x_1, x_2, x_4, x_5 dan x_6 dianggap konstan maka pengaruh persentase persalinan yang menggunakan tenaga non medis(x_3) terhadap AKB di provinsi Sumatera Utara sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} 1,104x_3 & ; & x_3 < 20,838 \\ 36,924 - 0,668x_3 & ; & 20,838 \leq x_3 < 31,732 \\ 7312,754 - 229,958x_3 & ; & 31,732 \leq x_3 < 33,094 \\ -2526,768 + 67,363x_3 & ; & x_3 \geq 33,094 \end{cases}$$

Interpretasi untuk model tersebut adalah apabila x_3 yang kurang dari 20,838% mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung mengalami kenaikan sebesar 0,01104. Kabupaten/kota yang termasuk ke dalam interval ini adalah Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara, kota Pematangsiantar, Toba Samosir, Dairi, Samosir, kota Medan, kota Tebing Tinggi, Simalungun, Deli Serdang, Karo, kota Sibolga, Labuhanbatu, kota Binjai, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Labuhanbatu Selatan, kota Padang sidempuan, Serdang Bedagai, Labuhanbatu Utara, kota Tanjungbalai, Asahan, Langkat, Batu Bara, kota Gunung Sitoli. Apabila x_3 yang berada diantara 20,838% hingga kurang dari 31,732% mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,00668. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Padang Lawas dan Mandailing Natal. Apabila x_3 yang berada diantara 31,732% hingga kurang dari 33,094% maka AKB cenderung turun sebesar 2,29958. Apabila persentase persalinan yang menggunakan tenaga non medis yang lebih atau sama dengan 33,094 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,67363. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval

ini adalah Nias, Nias Barat, Nias Selatan, Nias Utara, Pakpak Barat dan Padang Lawas Utara.

4. Jika variabel x_1, x_2, x_3, x_5 dan x_6 dianggap konstan maka pengaruh persentase penduduk golongan sosial ekonomi menengah kebawah(x_4) terhadap AKB di provinsi Sumatera Utara sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} 2,344x_4 & ; & x_4 < 14,074 \\ 19,450 + 0,962x_4 & ; & 14,074 \leq x_4 < 18,732 \\ 21640,64 + 1157,277x_4 & ; & 18,732 \leq x_4 < 19,314 \\ -1493,47 - 41,475x_4 & ; & x_4 \geq 19,314 \end{cases}$$

Interpretasi untuk model tersebut adalah apabila x_4 yang kurang dari 14,074% mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung mengalami kenaikan sebesar 0,02344. Kabupaten/kota yang termasuk ke dalam interval ini adalah Humbang Hasundutan, Tapanuli Utara, kota Pematangsiantar, Toba Samosir, Dairi, kota Medan, kota Tebing Tinggi, Simalungun, Deli Serdang, Karo, kota Sibolga, Labuhanbatu, kota Binjai, Tapanuli Selatan, kota Padang sidempuan, Serdang Bedagai, Labuhanbatu Utara, Asahan, Langkat, Batu Bara, Padang Lawas, Padang Lawas Utara, Mandailing Natal dan Pakpak barat. Apabila x_4 yang berada diantara 14,074% hingga kurang dari 18,732% mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,00962. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Labuhan Batu Selatan, kota Tanjungbalai, Samosir, Tapanuli Tengah. Apabila persentase persalinan yang menggunakan tenaga non medis yang berada diantara 18,732% hingga kurang dari 19,314% maka AKB cenderung naik sebesar 11,57. Apabila x_4 yang lebih atau sama dengan 19,314 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,41475. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Nias, Nias Barat, Nias Selatan, Nias Utara, kota Gunung Sitoli

5. Jika variabel x_1, x_2, x_3, x_4 dan x_6 dianggap konstan maka pengaruh rasio fasilitas kesehatan(x_5) terhadap AKB di provinsi Sumatera Utara sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} -2,141x_5 & ; & x_5 < 22,420 \\ -107,885 + 2,671x_5 & ; & 22,420 \leq x_5 < 28,34 \\ 231,2881 - 9,297x_5 & ; & 28,34 \leq x_5 < 29,08 \\ 55,3818 - 0,561x_5 & ; & x_5 \geq 29,08 \end{cases}$$

Interpretasi untuk model tersebut adalah apabila x_5 yang kurang dari 22,420 mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,02344. Kabupaten Nias Utara, Deli Serdang, kota Gunung Sitoli, Simalungun, Langkat, Mandailing Natal, Batu Bara, Serdang Berdagai, Nias Selatan, Asahan, kota Medan, Padang Lawas, Labuhanbatu Selatan, kabuupaten Nias Barat. Apabila x_5 yang berada diantara 22,420 hingga kurang dari 28,34 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,02671. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Humbang Hasundutan, Tapanuli Selatan, Karo, Labuhanbatu, kota Padangsidempuan, Tapanuli Tengah, Dairi. Apabila rasio fasilitas kesehatan yang berada diantara 28,34 hingga kurang dari 29,08 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,09297. Pada interval ini adalah Tapanuli Utara. Apabila x_5 yang lebih atau sama dengan 29,08 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 0,00561. Pada Interval ini adalah Padang Lawas Utara, Toba Samosir, Samosir, Nias, Kota

Tebing Tinggi, Pakpak Barat, kota Pematangsiantar, kota binjai, kota Tanjungbalai dan kota Sibolga.

6. Jika variabel x_1, x_2, x_3, x_4 dan x_5 dianggap konstan maka pengaruh rasio tenaga kesehatan (x_6) terhadap AKB di provinsi Sumatera Utara sebagai berikut

$$\hat{y} = \begin{cases} -1,069x_6 & ; x_6 < 19,907 \\ -67,30158 + 2,3118x_6 & ; 19,907 \leq x_6 < 25,387 \\ -18,4368 - 476,667x_6 & ; 25,387 \leq x_6 < 26,072 \\ 214,29 - 8,0652x_6 & ; x_6 \geq 26,072 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut, interpretasi yang didapatkan adalah apabila x_6 yang kurang dari 19,907 mengalami kenaikan persentase sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 1,069. Kota medan, Deli Serdang, kota Padangsidempuran, Padang Lawas, Kota Tebing Tinggi, kota Pematangsiantar, kota binjai, kota Tanjungbalai dan kota Sibolga. Kota Gunung Sitoli, Labuhanbatu, Batu Bara, Nias, Mandailing Natal, Nias Utara, Nias Barat, Langkat, Tapanuli Utara, Tapanuli Tengah, Asahan, Labuhanbatu Utara. Apabila x_6 yang berada diantara 19,907 hingga kurang dari 25,387 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung naik sebesar 0,023118. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Tapanuli Selatan, Nias Selatan, Padang Lawas Utara, Simalungun, Serdang Berdagi. Apabila rasio fasilitas kesehatan yang berada diantara 25,387 hingga kurang dari 26,072 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 476,667. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Karo, Toba Samosir, Humbang Hasundutan. Apabila x_6 yang lebih atau sama dengan 26,072 mengalami kenaikan sebesar 1% maka AKB cenderung turun sebesar 8,0652. Kabupaten/kota yang termasuk dalam interval ini adalah Dairi, Samosir, dan kabupaten Pakpak Barat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata AKB di provinsi Sumatera Utara adalah 27,62 per 1000 kelahiran hidup. Varians angka kematian bayi di provinsi Sumatera Utara adalah 54,89. Kabupaten/kota dengan AKB terkecil adalah Medan dengan angka kematian sebesar 14,7. Angka kematian bayi terbesar di provinsi Sumatera Utara adalah Mandailing Natal dengan angka kematian sebesar 45,7. Terdapat 8 dari 33 kabupaten/kota di provinsi Sumatera utara yang memiliki angka kematian bayi lebih kecil dari target MDGs untuk indonesia. Kabupaten/kota tersebut adalah kota Medan, kota Binjai, kota Pematangsiantar, Karo, Samosir, Deli Serdang, Simalungun dan kota Tebing Tinggi.
2. Model regresi nonparametrik Spline terbaik untuk AKB dan faktor yang diduga mempengaruhinya didapatkan dengan GCV kombinasi knot. Knot untuk variabel 1 hingga variabel 6 secara berturut-turut adalah 2,3,3,3,3 dan 3. Berikut ini merupakan model regresi nonparametrik spline terbaik untuk angka kematian bayi di provinsi Sumatera Utara.

$$\hat{y} = 39,316 - 0,456x_1 + 13,030(x_1 - 5,348)_+ + -11,665(x_1 - 6,065)_+ - 1,853x_2 - 212,042(x_2 - 10,83)_+ +$$

$$80,713(x_2 - 16,308)_+ + 55,681(x_2 - 16,993)_+ + 1,104x_3 - 1,772(x_3 - 20,838)_+ - 229,29(x_3 - 31,732)_+ + 297,321(x_3 - 33,094)_+ + 2,344x_4 - 1,382(x_4 - 14,074)_+ + 1156,315(x_4 - 18,732)_+ - 1197,799(x_4 - 19,314)_+ + -2,141x_5 + 4,812(x_5 - 22,420)_+ - 11,968(x_5 - 28,34)_+ + 9,858(x_5 - 29,08)_+ - 1,069x_6 + 3,3808(x_6 - 19,907)_+ + 16,125(x_6 - 25,387)_+ - 26,502(x_6 - 26,072)_+$$

Model ini memiliki nilai GCV minimum sebesar 12,507 dengan R^2 sebesar 98,314%. Variabel yang berpengaruh adalah presentase wanita berkeluarga dibawah umur 17 tahun, presentase wanita yang tidak pernah sekolah atau tidak tamat SD/MI, presentase persalinan yang menggunakan tenaga non medis, presentase penduduk golongan sosial ekonomi menengah kebawah, rasio fasilitas kesehatan dan rasio tenaga kesehatan.

b. Saran

Saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya adalah peneliti selanjutnya sebaiknya menambahkan faktor-faktor lain yang diduga berpengaruh terhadap angka kematian bayi di provinsi Sumatera utara karena pada penelitian ini, peneliti memiliki kendala pada ketersediaan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Kesehatan RI. (2007). *Situasi Derajat Kesehatan*. Diakses 27 Desember, 2013, dari <http://depkes.go.id>.
- [2] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2011). *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Millinium di Indonesia*. Diakses 28 Desember, 2013, dari <http://bappenas.go.id>
- [3] Kurniawan, T. (2013). *Indonesia Berada di Posisi 4 Jumlah Kematian Bayi di Asia Tenggara*. Diakses 27 Agustus, 2013, dari <http://www.beritasatu.com>
- [4] Kementrian Kesehatan. (2011). *5 Provinsi Penyumbang Angka Kematian Ibu dan Bayi Terbanyak*. Diakses 28 Desember, 2013, dari <http://m.detik.com>
- [5] Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2011). *Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Tahun 2011 Provinsi Sumatera Utara*. Medan: Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.
- [6] Lestari, T.P. (2007). *Interval Konfidensi untuk Menduga Angka Kematian Bayi di Jawa Timur Tahun 2005 dengan Pendekatan Regresi Spline*. Tugas Akhir S1, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Fitriana, R. (2003). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kematian Bayi di Rumah Sakit Umum Dr. Pringadi Medan Tahun 2003*. Tugas Akhir S1, Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- [8] Budiantara, I. N. (2009). *Spline Dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik : Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Datang*. Surabaya: ITS Press
- [9] Eubank, R.L.(1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker, Inc
- [10] Budiantara, I. N. (2006). *Model Spline dengan Knots Optimal*. Jurnal Ilmu Dasar. FMIPA, Universitas Jember, Vol.7, Hal.77-85.
- [11] Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observation Data*. SIAM Pennsylvania.